

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
[A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction].

2 443 173

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 28216

(54) **Claviers photo-optiques.**

(51) Classification internationale. (Int. Cl 3) H 04 L 13/00.

(22) Date de dépôt 15 novembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux Etats-Unis d'Amérique le
16 novembre 1978, n. 961.111.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 26 du 27-6-1980.

(71) Déposant : Société dite : OPTICAL TECHNIQUES INTERNATIONAL, INC., résidant
aux Etats-Unis d'Amérique.

(72) Invention de : Greg M. Burke.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein, 20, avenue de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne des claviers photo-optiques.

Des claviers photo-optiques de divers types sont connus dans l'art antérieur. Par exemple, certains types de claviers sont indiqués dans le brevet U.S. No. 3 856 127. Le mode de réalisation principal révélé dans ce brevet, comporte un certain nombre de canaux lumineux agencés en rangées et colonnes, avec des sources de lumière à une extrémité de chaque canal et des photodétecteurs à l'autre extrémité. Les canaux formant les rangées ont une profondeur différente de celle des canaux formant les colonnes, chaque touche ayant deux obturateurs qui lui sont couplés, et qui sont disposés adjacents à une intersection de deux canaux plutôt que sur cette intersection, de façon que chaque obturateur puisse bloquer l'un des canaux adjacents. En conséquence, en appuyant sur une touche donnée, cela force un obturateur qui lui est relié à bloquer une rangée de canaux lumineux tandis que l'autre obturateur bloquera une colonne de canaux lumineux. Ainsi, une touche peut être identifiée par la rangée et la colonne particulière qui sont bloquées en appuyant sur cette touche. Le système présente l'avantage qu'il ne faut pas une source de lumière et un détecteur pour chaque touche, mais il présente certains inconvénients en ce qui concerne le prix et le fonctionnement. Les canaux lumineux requis sont relativement coûteux à fabriquer, et aucun moyen n'est révélé pour traiter le cas d'un enfoncement simultané de touches. En fait, du fait de petites différences des obturateurs, des canaux lumineux, des sources de lumière, des détecteurs et autres, l'enfoncement partiel de deux touches qui ne sont pas disposées sur la même rangée ou la même colonne peut être interprété comme l'enfoncement d'une troisième touche généralement

placée à l'intersection des rangées et colonnes, car un obturateur d'une touche peut bloquer une rangée et l'obturateur opposé de l'autre touche peut bloquer le canal associé. Par ailleurs, même si l'on détecte l'enfoncement des deux touches, aucun moyen n'est disposé pour déterminer laquelle a été enfoncée la première ou laquelle a été libérée la première. D'autres modes de réalisation comprennent des réflecteurs sur chaque touche, opérant à la jonction des canaux afin que chaque touche réfléchisse les sources de lumière des rangées vers les détecteurs de lumière des colonnes. Dans un tel système, il est indiqué qu'un moyen d'exploration doit être utilisé, bien que les détails n'en soient pas donnés. D'autres modes de réalisation révélés dans ce brevet comprennent des dispositifs du type à fibres optiques.

D'autres claviers photo-optiques ou systèmes de détection de touches sont révélés dans les brevets U.S. No. 3 603 982, No. 3 648 050, No. 3 737 668 et No. 3 750 150. Cependant, ces systèmes sont totalement différents de la présente invention et manquent généralement de la simplicité de forme et de la flexibilité et de la fiabilité de fonctionnement que l'on obtient avec la présente invention.

La présente invention concerne des claviers photo-optiques pour produire des signaux électriques en réponse à la manipulation du clavier. La structure du clavier se compose d'un agencement de touches individuelles disposées et identifiées selon l'application particulière et adaptées à un mouvement longitudinal lorsqu'on les enfonce. En dessous des touches se trouve une matrice de sources de lumière et de photodétecteurs disposés de façon que l'enfoncement d'une touche interrompe le trajet de lumière entre l'une des sources de lumière et l'un des détecteurs afin de produire un changement de l'état électrique du circuit associé. Les

sources de lumière et les détecteurs sont agencés de façon qu'en général une seule source de lumière éclaire un certain nombre de détecteurs, et chaque détecteur peut être éclairé par une source parmi plusieurs sources de lumière, ainsi le nombre de sources de lumière et de détecteurs requis pour le clavier complet est sensiblement inférieur au nombre de touches à détecter. Un système à base d'un microprocesseur pour explorer les sources de lumière et les détecteurs est révélé. En général, il ne faut pas des canaux individuels de lumière dans la structure du clavier car une technique d'exploration évite une diaphonie optique non souhaitée.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant divers modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de face d'un exemple d'un clavier selon la présente invention ;
- la figure 2 est une vue latérale, partiellement arrachée, du clavier de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en coupe transversale partielle d'une touche typique, faite suivant la ligne 3-3 de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue de dessus faite suivant la ligne 4-4 de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue de face de la planche de détection illustrant les dispositions relatives des sources de lumière, de détecteurs et des touches du clavier ;
- la figure 6 est une vue en coupe transversale partielle faite suivant la ligne 6-6 de la figure 5,

illustrant la disposition générale des sources de lumière et des détecteurs ;

- la figure 7 donne un schéma bloc de la planche du microprocesseur du mode de réalisation de la figure 1 ;

5 - la figure 8 donne un schéma de circuit de la planche de détection de la figure 5 ;

- la figure 9 donne un schéma logique de fonctionnement du microprocesseur ; et

10 - la figure 10 est une vue illustrant un autre arbre à touche pour former un clavier éclairé.

En se référant d'abord à la figure 1, on peut voir une vue de face d'un mode de réalisation d'un clavier selon la présente invention. Ce clavier spécifique contient 60 touches agencées en un agencement orthogonal
15 de 5 sur 12 sur un panneau de montage 20 ayant des trous 22 pour montage dans un châssis 24, que l'on peut voir sur la figure 2, en utilisant des vis de montage 26. Les touches individuelles 28 sur le clavier représenté sont individuellement numérotées de 1 à 60 pour une
20 référence subséquente facile dans la description qui suit, bien que, bien entendu, dans toute application typique, les touches seront identifiées par diverses combinaisons de nombres, lettres, codes et autres.

On peut voir, sur la figure 2, une vue latérale
25 du clavier de la figure 1. Les touches individuelles 28 sont supportées par la face ou l'avant du panneau 20, le dos du panneau étant renfermé par un couvercle 20 avec un câble 32 sortant du couvercle 30 en un emplacement adapté. Comme on le verra subséquemment,
30 le câble 32 se compose typiquement de lignes d'alimentation en courant pour fournir du courant au circuit électronique placé dans l'ensemble du clavier et pour former des lignes de sortie en série ou en parallèle selon le type spécifique de sortie souhaité.
35 Dans le couvercle 30 se trouvent deux planches de circuit

32 et 34, la planche 32 étant appelée planche de détection et la planche 34 étant appelée planche de microprocesseur.

En se référant maintenant aux figures 3 et 4, elles représentent une vue en coupe transversale faite à travers une touche typique par exemple le long des lignes 3-3 de la figure 1, et une vue de dessous d'un mécanisme d'une touche. Dans ce mode de réalisation, la partie stationnaire de la touche, c'est-à-dire son corps, se compose d'un organe supérieur 36 et d'un organe inférieur 38, l'organe inférieur ayant une partie 40 s'étendant vers le haut traversant le panneau 20 et s'adaptant automatiquement dans l'organe supérieur 36 pour maintenir les deux organes en coopération, très serrés contre les faces opposées du panneau 20. Les ouvertures formées dans le panneau 20 pour les organes 38 sont généralement circulaires et, dans le mode de réalisation préféré, elles s'étendent vers l'extérieur en deux régions locales, pour recevoir une patte de repérage 40 pour l'orientation angulaire de l'organe inférieur. L'arbre 42 de la touche a généralement une coupe transversale cruciforme (voir figure 4) et il s'ajuste librement coulissant dans une ouverture cruciforme ouvrant au bas de l'organe inférieur 38 pour pouvoir s'y orienter angulairement. La partie supérieure 44 de l'arbre a également une coupe transversale cruciforme pour pression d'un organe adaptateur 46 sur lequel un capuchon 48 peut être pressé, le capuchon caractérisant la touche individuelle pour une application particulière. La région centrale 50 de l'arbre est généralement circulaire, se trouvant à l'intérieur du diamètre interne du corps inférieur 38 et elle est élastiquement sollicitée vers sa position supérieure, par un ressort à boudin 52. Bien entendu, juste en dessous de la partie inférieure 42 de l'arbre se trouve la planche de détection 32, ainsi en enfonçant

la touche, l'extrémité inférieure 42 de l'arbre s'étend vers le bas jusqu'à la planche de circuit imprimé. De ce point de vue, la limite inférieure de la course de chaque touche individuelle peut être définie par les limites mécaniques de l'ensemble de la touche ou par le contact de l'extrémité inférieure 42 de l'arbre avec la planche de détection. De même, si on le souhaite, des ouvertures peuvent être prévues dans la planche 32 en dessous de chaque arbre pour permettre la pénétration de ce dernier.

En se référant maintenant à la figure 5, on peut y voir une illustration schématique du dessus de la planche de détection 32. Les arbres 42 des 60 touches individuelles sont illustrés en tracé fantôme sur la figure et sont numérotés de 1 à 60 comme précédemment. La figure représente également 18 diodes photo-émettrices 54 arrangées selon un agencement spécifique par rapport aux arbres 42, et 21 photo-transistors 56 également arrangés selon un agencement particulier par rapport aux arbres. Pour des raisons qui deviendront subséquemment mieux apparentes, les diodes photo-émettrices 54 sont groupées en huit groupes identifiés, dans des buts de référence, par A à H. Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 5, la rangée supérieure de diodes photo-émettrices contient deux diodes photo-émettrices associées au groupe A sans diode dans la seconde ou la troisième rangée, associée à ce groupe. Les groupes F et G contiennent chacun trois diodes photo-émettrices, les groupes restants n'en contenant que deux. De même, les photo-transistors 56 sont également agencés en huit groupes, ces groupes étant numérotés de 1 à 8, pour une référence subséquente.

En regardant d'abord à la partie supérieure gauche de la planche 32, on notera que la première diode 54 associée au groupe A dirige sa lumière (comme cela est

représenté par les lignes en pointillés) sous l'arbre 42 de la touche numéro 1 vers l'un des photo-transistors 56 associés aux détecteurs du groupe 8. La même diode dirige également sa lumière sous la touche 13 et l'un des détecteurs associés au groupe 7, sous la touche 14 et l'un des détecteurs associés au groupe 1 et sous la touche 2 et l'un des détecteurs associés au groupe 5. L'autre diode associée au groupe A dirige sa lumière sous les touches 9, 10, 21, et 22 vers les détecteurs associés aux groupes 6, 4, 2 et 3, respectivement. Ainsi, si seules les diodes associées au groupe A sont éclairées, un seul et unique photo-transistor associé à chacun des huit groupes de détecteurs sera éclairé. Si en même temps, l'une des touches 1, 2, 9, 10, 13, 14, 21 ou 22 est enfoncée, le faisceau lumineux associé sera interrompu par l'arbre 42 et l'un des huit détecteurs, ou ce qui est le plus important, l'un des détecteurs associés à l'un des huit groupes, ne sera plus éclairé, détectant ainsi l'enfoncement de la touche. L'organisation générale des diodes et des détecteurs est donnée par le tableau qui suit.

LETTRE DU GROUPE DE
DIODES PHOTO-EMETTRICES

NUMERO DU GROUPE DE DETECTEURS

	1	2	3	4	5	6	7	8
A	14	21	22	10	2	9	13	1
B	15	16	23	11	3	4	24	12
C	47	17	35	18	6	5	36	48
D	26	20	38	19	7	8	25	37
E	27	23	39	X	56	40	55	X
F	58	29	50	30	57	41	42	49
G	59	32	51	31	44	52	43	60
H	46	33	34	X	45	53	54	X

Dans l'ensemble, il y a une possibilité de huit détecteurs associés à chaque groupe de diodes photo-émettrices, produisant huit combinaisons de huit ou 64 combinaisons possibles source de lumière, source de signaux. Comme le mode de réalisation décrit ici concerne un clavier à 60 touches, quatre des combinaisons possibles ne sont pas réellement présentes, comme cela est indiqué par les X sur le tableau qui précède. Il est évident cependant, que la relation de 8 sur 8 et la disposition générale des diodes photo-émettrices et des détecteurs peuvent être modifiées selon ce qui est requis ou applicable pour un clavier particulier ayant une configuration physique différente ou un nombre différent de touches, bien que la matrice de 8 sur 8 soit particulièrement pratique pour le contrôle et la réduction des données par un microprocesseur à 8 bits. En particulier, en considérant le tableau qui vient d'être présenté, la détection de toute touche spécifique numérotée (par exemple la touche numéro 56) peut être accomplie en allumant le groupe de diodes photo-émettrices dans la rangée associée à la touche dans le tableau (et uniquement ce groupe, le groupe E s'appliquant à la touche 56) et en regardant l'état des détecteurs dans le numéro de groupe associé à la colonne du tableau pour la touche spécifique en question (groupe 5 pour la touche 56).

Avant de passer à l'explication du circuit électronique et des moyens de commande du clavier, il sera peut être utile d'indiquer d'abord certains caractéristiques et avantages de la structure du clavier que l'on vient de décrire. De préférence, les diodes photo-émettrices 54 sont des émetteurs à angle relativement grand. Les diodes photo-émettrices ayant cette caractéristique sont fabriquées en grande quantité et vendues dans ce but comme lampes indicatrices, et en conséquence, les

dispositifs à grand angle sont faciles à trouver dans le commerce à faible prix. Les diodes photo-émettrices spécifiques utilisées dans le mode de réalisation préféré sont des diodes fabriquées par Fairchild et vendues sous la dénomination FMV5052. De même, les photo-transistors 56 doivent également être des détecteurs à angle relativement grand, et l'on utilisera des photo-transistors Motorola identifiés par 21-L14H2. On a trouvé que par une excitation et une détection appropriées, la diaphonie optique pouvait être maintenue à un minimum et que les canaux lumineux individuels pour définir les trajets lumineux possibles et empêcher des trajets lumineux non souhaités n'étaient généralement pas requis, ce qui permet de réduire fortement le prix des outils et de la production. A titre d'exemple spécifique, la diode gauche supérieure 54 associée au groupe A ne produira généralement pas un éclairage périphérique suffisant pour être capté par le troisième photo-transistor 56 de la première rangée de photo-transistors (associé au groupe 6), il ne faut donc aucune structure spécifique pour bloquer ce trajet lumineux possible. De ce point de vue, on notera que de nombreuses diodes photo-émettrices de la rangée supérieure ne sont pas visibles de la rangée médiane de détecteurs du fait de la présence de la seconde rangée de diodes photo-émettrices entre elles. On a trouvé cependant, que la rangée supérieure des diodes photo-émettrices pouvait, à l'occasion, produire un éclairage suffisant de la rangée inférieure de détecteurs pour en provoquer une lecture à faux escent, et en conséquence, comme on le verra subséquemment, la plus grande partie des détecteurs de la rangée inférieure est essentiellement inhibée à chaque fois que l'un des groupes de diodes A à D est mis en marche (on notera que dans ce mode de réalisation particulier, aucun groupe de diodes ne

contient des diodes dans les première et troisième rangées de diodes à la fois).

En se référant maintenant à la figure 6, on peut y voir une vue en coupe transversale faite suivant la ligne 6-6 de la figure 5. Cette vue illustre le montage d'une diode photo-émettrice 54 typique et d'un photo-transistor 56. En général, les deux dispositifs sont disposés à l'altitude appropriée au-dessus de la planche de détection 32 sur ses conducteurs, les conducteurs traversant des trous dans la planche de circuit imprimé, pour soudure au circuit imprimé sous-jacent. Evidemment, pour des environnements soumis à de fortes vibrations et autres, une pièce spécifique d'espacement et un support peuvent être placés sous chaque dispositif, bien qu'en général, il soit souhaitable que les sources et les détecteurs ou capteurs soient placés de façon que l'arbre de la touche puisse bien s'étendre dans et même à travers le trajet optique entre eux. Bien entendu, si un trou est placé dans la planche 32 en dessous de chaque arbre, les sources de lumière et les détecteurs peuvent être disposés sensiblement à plat sur la planche de circuit imprimé.

Dans le mode de réalisation préféré, le clavier selon l'invention est contrôlé par le circuit de commande à base d'un microprocesseur qui est représenté en schéma bloc sur les figures 7 et 8. Le microprocesseur spécifique utilisé dans ce mode de réalisation est du type 8048 fabriqué par Intel Corporation à Mountain View, Californie, U.S.A. On utilise, pour la référence d'horloge, un cristal 60 à 6 MHz, avec un orifice P2 comprenant des lignes P20 à P27 utilisé comme orifice de sortie et un autre orifice P1 comprenant des lignes P10 à P17 utilisé comme orifice d'entrée. Il y a également une barre bus de données DB à 8 bits, dont la première ligne DB0 est utilisée comme faisant partie de la commande du clavier.

Les bits restants (DB1 à DB7) peuvent être utilisés comme lignes de sortie des signaux du clavier de base (un seul étant utilisé si l'on souhaite une sortie en série, un certain nombre étant utilisé pour une sortie en parallèle). Comme on peut le voir sur la figure, les lignes P20 à P23 à l'orifice P2 sont utilisées pour des signaux A, B, C et D, toutes les lignes P20 à P27 étant inversées par des inverseurs 62 pour produire les signaux EA1, EA2, EB1, etc jusqu'à EH2. De ce point de vue, on a noté précédemment que dans ce mode de réalisation particulier, les groupes F et G de diodes photo-émettrices contenaient chacun trois diodes, les groupes restants n'en ayant que deux. Sur la figure 7, on notera que les signaux sur les lignes P25 et P26 sont inversés par trois inverseurs pour produire à chaque fois trois signaux, EF1 à EF3 et EG1 à EG3, respectivement, ainsi, comme on le verra subséquemment, un signal sur la ligne P20 est utilisé pour produire les deux signaux EA1 et EA2, chacun pour attaquer l'une des deux diodes du groupe A, et ainsi de suite, les trois diodes de chacun des groupes F et G étant individuellement attaquées par l'un des signaux d'attaque respectifs aux sorties des inverseurs sur les lignes P25 et P26. Dans le mode de réalisation préféré, les 18 inverseurs 62 se composent de trois dispositifs d'attaque hexagonaux en configuration Darlington, fabriqués par Texas Instruments et vendus sous le No. 75492.

Le premier orifice P1 est utilisé comme orifice d'entrée avec des signaux D1 à D8 appliqués, par des bascules de Schmitt 64, aux lignes P10 à P17 (les huit bascules de Schmitt dans le mode de réalisation préféré sont formées de deux bascules de Schmitt quad, fabriquées par Motorola et vendues sous le No. MC-14584).

En se référant maintenant à la figure 8, on peut y voir les connexions spécifiques du circuit sur la planche

de détection. Sur cette figure, les 18 diodes 54 et les 21 photo-transistors 56 sont physiquement placés aux mêmes emplacements généraux sur la matrice que sur la figure 5. Tous les émetteurs des photo-transistors dans chacune des deux premières rangées de photo-transistors sont reliés à la masse. Les émetteurs dans la troisième rangée de transistors sont, cependant, reliés aux sorties de portes OU 66, 68, 70 et 72 (dans le mode de réalisation préféré, une porte OU quadruple fabriquée par Motorola et vendue sous le No. MC-14071). Les entrées des portes OU sont formées par les signaux A à D, ainsi les émetteurs de la rangée inférieure de photo-transistors ne sont reliés à la masse que selon les états des signaux A à D. Les émetteurs des deux premiers transistors de la rangée inférieure ne sont reliés à la masse qu'à chaque fois que la sortie de la porte OU 68 et par conséquent, également la sortie de la porte OU 66 est à l'état bas ou quand A, B et C sont à l'état bas. De même, les émetteurs des deux photo-transistors situés à droite dans la rangée inférieure, ne sont reliés à la masse que quand A, B et D sont à l'état bas, tandis que les émetteurs des trois photo-transistors centraux ne sont reliés à la masse (c'est-à-dire ne passent à l'état bas) que quand A, B, C et D sont à l'état bas. Ce couplage est complémentaire du groupage des photo-transistors parce que la première diode photo-émettrice de la seconde rangée est associée au groupe D et éclaire les deux premiers photo-transistors de la rangée inférieure, tandis que la dernière diode photo-émettrice de la seconde rangée est associée au groupe C et éclaire les deux derniers photo-transistors de la rangée inférieure. Les trois photo-transistors centraux à la rangée inférieure ne sont cependant pas fonctionnels, sur chacun des groupes de diodes A, B, C ou D.

Comme on l'a précédemment mentionné, les diodes

photo-émettrices sont couplées aux signaux EA1 à EH2 selon les identifications données sur la figure 8. L'autre conducteur de chaque diode est relié à l'une des résistances R1, R2 et R3 qui, à son tour, est reliée à une tension positive de référence. Les résistances R1 à R3 sont des résistances de limitation de courant des diodes photo-émettrices, trois de ces résistances étant appropriées car il n'y a jamais plus de trois diodes éclairées en même temps, et l'interconnexion identifiée sur la figure 8 produit au plus une diode en fonctionnement reliée à chaque résistance en tout point particulier du cycle de fonctionnement. Enfin, les collecteurs des 21 photo-transistors 56 sont reliés aux lignes de données D1 à D8 (voir figure 7) à la façon plus particulièrement identifiée sur la figure 8, chacune de ces lignes étant normalement amenée à l'état haut par une résistance 74 d'entraînement vers le haut (figure 7).

Avant de passer à une description détaillée du schéma logique, il est important de noter les caractéristiques électriques des combinaisons diodes photo-émettrices/photo-transistors avec le circuit spécifique donné. En particulier, on suppose, à titre d'exemple, que le microprocesseur entraîne la ligne P20 à l'état haut, les lignes P21 à P27 étant à l'état bas. Les signaux EA1 et EA2 passeront par conséquent à l'état bas, les signaux restants étant à l'état haut. Quand EA1 passe à l'état bas, la première diode de la première rangée de diodes s'allume, le signal EA2 passant à l'état bas allumant l'avant dernière diode de la première rangée (voir figure 8). Toutes les touches étant remontées, la lumière émise par ces deux diodes sera détectée par les quatre photo-transistors associés à chaque diode pour produire huit signaux sur les lignes de données D1 à D8. Les lignes D1 à D8 ont une capacité très faible bien que très définie et si toutes ces lignes étaient

initialement à l'état haut, elles se déchargent à un état inférieur à une vitesse rapide bien que limitée de façon définie. En particulier, un photo-transistor est construit de façon que sa région de base puisse
5 recevoir la lumière incidente, cette lumière produisant des porteurs de charge minoritaires dans la région de base, proportionnellement à l'intensité de la lumière incidente. Cela est équivalent à l'application d'un courant de base spécifique bien que limité à un transistor
10 ordinaire, qui manœuvre effectivement le transistor comme une source de courant. C'est cette source de courant qui décharge la capacité des lignes D1 à D8 ainsi la vitesse à laquelle ces lignes se déchargent à partir de l'état haut jusqu'à un état plus bas dépend
15 des résistances 74 et du courant des photo-transistors ou alternativement, le temps qu'il faut pour que chacune de ces lignes passe suffisamment à un état bas pour déclencher la bascule 64 dépend de l'intensité de la lumière incidente sur les photo-transistors respectifs.
20 Avec toutes les touches remontées, la lumière incidente sera relativement intense et les lignes D1 à D8 déclencheront les bascules de Schmitt en quelques microsecondes à partir du moment où tout groupe de diodes aura été allumé par l'une des lignes P20 à P27. Si l'une des touches
25 qui est dans le groupe de touches détectées par ce groupe particulier de diodes est enfoncée, son arbre réduira l'intensité de la lumière incidente sur le photo-transistor respectif et l'allure de décharge de la ligne de données respectives D1 à D8 sera réduite.
30 Ainsi, dans le mode de réalisation préféré, l'enfoncement de la touche est détecté par le fait que la bascule de Schmitt particulière pour la ligne de données respective n'est pas déclenchée en un temps donné à partir du moment où le groupe approprié de diodes photo-émettrices est
35 allumé. En particulier, dans le mode de réalisation préféré il y a

environ deux millisecondes après que chaque groupe de diodes photo-émettrices a été allumé pour que toutes les lignes de données D1 à D8 passent à l'état bas, et ensuite, si l'une des lignes n'est pas passée
5 suffisamment à l'état bas pour déclencher les bascules respectives, le microprocesseur identifie que cette touche ou ces touches ont été enfoncées. Par ailleurs, quand une touche a été identifiée comme ayant été enfoncée, environ une milliseconde est laissée dans
10 les explorations subséquentes pour déterminer le moment où la touche a été libérée. De cette façon, une hystérésis est spécifiquement produite pour chaque touche par le fait qu'il faut moins de lumière pour détecter un enfoncement d'une touche qu'une libération d'une
15 touche et le point de commutation à l'enfoncement est une position plus basse de la touche que le point de commutation à la libération. Enfin, du fait de la capacité des diverses lignes et de la nécessité de recharger les lignes D1 à D8 à l'état haut à chaque
20 cycle, la ligne bus de données de sortie DBO est pulsée à l'état haut juste avant que chaque groupe de diodes soit allumé pour charger les lignes D1 à D8 à l'état haut par les diodes 76. Dans la description du schéma logique qui suivra, la charge de ces lignes sera appelée
25 extinction, car ce signal a pour effet de couper ou d'éteindre toutes les lignes de données pour les préparer pour l'allumage du groupe de diodes suivant.

En se référant à la figure 9, on peut y voir un schéma logique typique de fonctionnement pour la
30 programmation du microprocesseur. Le système sera normalement mis en fonctionnement avec toutes les touches relevées. Lors de la mise en fonctionnement ou de la mise en circuit, le programme initialisera le système en établissant l'orifice 2 uniquement à des
35 zéros, en établissant les registres 32 à 39 uniquement à

à des uns (bascule en hexadécimale) en établissant un registre G = 01 (hexadécimal), en établissant un registre D = 0 et un registre DECLENCHEMENT égal à zéro. Les registres 32 et 39 sont en effet utilisés comme

5 carte de mémoire du clavier, formant une matrice de 8 sur 8 dans la mémoire à laquelle les huit signaux de données pour chacun des huit groupes de diodes peuvent être comparés. Le registre G est un registre d'un nombre représentant effectivement quel groupe

10 de diodes est mis en fonctionnement, un autre registre ayant un seul bit à l'état haut pour décaler séquentiellement vers la gauche (rotation) pour passage par tous les groupes de diodes par l'orifice P2. D, par ailleurs, est un registre pouvant contenir un nombre égal au nombre de

15 fois où le circuit électrique n'a pas vu d'enfoncement de touche. Il est augmenté par incréments à chaque fois qu'aucune touche n'est enfoncée et est utilisé pour remettre le DECLENCHEMENT à zéro. De ce point de vue, DECLENCHEMENT est un signal de reconnaissance parce

20 que DECLENCHEMENT = 0 enregistrera une touche, c'est-à-dire produira un signal de sortie pour cette touche à chaque fois que la touche descendra, tandis que DECLENCHEMENT = 1 enregistrera cette touche uniquement à chaque fois qu'elle remontera. Comme on le verra

25 subséquent, si deux touches sont descendues en même temps, aucune touche n'enregistrera jusqu'à ce que l'une remonte, ainsi l'opération de la touche sera alors déterminée par la première touche à libérer (de même à l'initialisation, un registre identifié par TOUCHE

30 est établi égal à zéro, ce qui représente un ajustement défectueux). Enfin, à l'initialisation, l'extinction est pulsée pour charger toutes les lignes de données. Ces diverses fonctions sont généralement illustrées dans le bloc 101 de la figure 9. L'étape suivante (bloc

35 102) a pour but d'arrêter l'extinction et d'établir un

compte de temps égal au zéro. Le compte de temps est maintenu dans un registre qui est augmenté périodiquement par incréments comme faisant partie de la séquence d'exploration de base afin de produire
5 les comptes de une milliseconde et de deux millisecondes. De ce point de vue, un registre séparé identifié par PASS est établi égal à zéro ou un, indirectement selon le compte de temps, comme on le verra subséquemment.

L'étape suivante (bloc 103) a pour but de
10 lire les signaux des huit détecteurs sur les lignes D1 à D8. Pour que tous les trajets semblent ouverts (bloc 104), les lignes D1 à D8 doivent être toutes ramenées à un état bas, ce qui, comme on l'a précédemment
15 indiqué, nécessite un certain temps, même si toutes les touches sont relevées. En conséquence, au premier essai, tous les trajets ne sembleront probablement pas ouverts et dans le bloc 105, le compte de temps est incrémenté et vérifié au bloc 106 pour déterminer s'il a atteint
20 une milliseconde ou non (s'il a atteint une milliseconde, ~~le~~ ^{le système détermine} si l'information de touche pressée ou l'information de touche libérée doit être remise au point selon l'état de PASS). En supposant qu'un compte de temps d'une milliseconde n'a pas été atteint, la routine retourne à A, lisant de nouveaux les
25 détecteurs (bloc 103), et ainsi de suite, avec recyclage jusqu'à ce que le compte de temps d'une milliseconde soit atteint ou que tous les trajets soient trouvés ouverts. Si toutes les touches sont remontées, l'orifice P1 passe à FF (bascule) en environ 10 microsecondes
30 à partir de la mise en fonctionnement du groupe de diodes respectif. Quand cela se produit, l'état de PASS est vérifié (bloc 107) et, bien entendu, est trouvé à zéro. PASS = 0 représente l'état auquel le système cherchera les touches libérées, tandis que PASS = 1
35 représente l'état auquel le système vérifiera les touches enfoncées. Comme toutes les touches pour ce premier groupe

de diodes sont remontées comme cela est détecté par l'ouverture de tous les trajets, la vérification d'un changement des touches libérées peut se passer immédiatement. Ainsi, à ce point, D est augmenté d'un incrément (bloc 108) et la vérification des touches libérées se passe au bloc 125.

Pour la vérification des touches libérées, le registre temporaire est chargé d'une carte de l'état existant précédemment de ce groupe de touches, enregistré dans l'un des registres 32 à 39 (initialement établi à FF) selon le compte dans le registre G, qui, comme on l'a précédemment mentionné, représente le groupe de diodes couramment en fonctionnement. Cela est indiqué par CARTE (G) au bloc 125. Ensuite, CARTE (G) est remis au point ou à jour en comparant CARTE (G) au signal à 8 bits à l'orifice P1 (c'est-à-dire les lignes de données D1 à D8). Comme initialement CARTE (G) et P1 sont à l'état haut (toutes les lignes de données D1 à D8 étant à l'état bas parce que toutes les touches sont remontées), il ne se produira aucun changement dans CARTE (G). De même, à ce moment, PASS est établi égal à $PASS + 1$ et le compte de temps est établi à zéro. Au bloc 126, DECLENCHEMENT est vérifié, et comme il reste à zéro à partir de l'établissement initial dans le bloc 101, le système retourne au bloc 103 pour lire de nouveau les détecteurs et déterminer que tous les trajets sont ouverts. Cette fois, en passant au bloc 107, on notera que PASS est égal à 1, ainsi toutes les diodes sont éteintes, l'extinction est mise en fonctionnement pour charger toutes les lignes de données à l'état haut et le registre G est augmenté d'un incrément (bloc 116). Si G est de 8 ou moins, la séquence passe au bloc 129 où un nouveau groupe de diodes est choisi par rotation de l'orifice 2 vers la gauche de 1 bit. L'extinction est alors arrêtée, le compte de temps et

PASS sont remis à zéro et l'état des détecteurs est de nouveau lu dans le bloc 103. Si G dépasse huit, indiquant que tous les groupes de diodes ont maintenant été vérifiés, G est remis à 1 dans le bloc 118 et le système passe à la séquence de sortie débutant au bloc 120.

Au bloc 120, D est vérifié pour voir s'il est égal à huit. Si oui (D étant compris entre 0 et 7), le déclenchement est établi à zéro et le système enregistre une touche quand la touche est enfoncée. S'il n'est pas égal à huit (indiquant ainsi que tous les groupes de diodes n'ont pas été ainsi vérifiés), le système détermine si une touche a enregistré par suite du résultat d'opérations dans les blocs 115 et 128 (dans l'exemple donné avec toutes les touches remontées, une touche n'aura pas enregistré). Si une touche a enregistré, c'est-à-dire TOUCHE \neq 0, le système émettra le signal de cette touche sur une ou plusieurs des lignes de sortie DB1 à DB7, mais dans tous les cas, établira D = 0 et retournera au bloc 129 pour débiter de nouveau la séquence.

La séquence qui suit sera répétée continuellement tant que les touches resteront relevées. Cependant, dès qu'une touche est enfoncée, l'essai ou la vérification au bloc 104 pour déterminer si tous les trajets sont ouverts ne se produira pas avant que le compte de temps n'ait atteint une milliseconde (bloc 106), auquel cas le système vérifie l'état de PASS, qui, bien entendu reste à zéro comme on l'a précédemment établi dans le bloc 102. En conséquence, le système vérifie la libération des touches en passant au bloc 125. Comme MAP (G) est égal à FF, il n'y a pas de remise au point dans l'opération de comparaison du bloc 125. Après avoir établi PASS égal à 1 et avoir remis le compte de temps à zéro, le système retourne au bloc 103 car DECLenchement

est à l'état zéro (en général, on peut souhaiter
attaquer les diodes photo-émettrices à un ~~courant~~ moyen
élevé pour rendre maximum leur sortie lumineuse. Comme
un enfoncement partiel d'une touche augmentera le
5 cycle pour ce groupe de diodes, le microprocesseur
peut être programmé pour contrôler cela et injecter
un mode de ralenti pour éviter de dépasser les limites
des diodes).

Après retour au bloc 103, la séquence des blocs
10 103 à 106 se répète continuellement jusqu'à ce que
le compte de temps atteigne de nouveau une milliseconde.
Ensuite, comme maintenant PASS = 1, un essai pour remise
au point des touches enfoncées se passe au bloc 110.
En particulier, le registre temporaire est de nouveau
15 pourvu d'un CARTE (G) et l'un des registres 32 à 39
correspondant au compte G est remis au point pour les
touches enfoncées par opération d'addition de CARTE (G)
avec P1, c'est-à-dire les 8 bits de l'orifice P1 du
microprocesseur. Si une seule touche a été enfoncée,
20 l'une des lignes à l'orifice P1 passe à l'état bas
et le bit correspondant du registre correspondant du
groupe de registres 32 à 39 est établi à l'état bas
(bien entendu si deux ou plusieurs touches du groupe de
touches qui est examiné sont abaissées, les deux bits
25 correspondants ou plus seront établis à l'état bas).
Ensuite, le compte de temps est établi égal à zéro et
le DECLenchement est examiné. Comme le DECLenchement
est toujours zéro, ayant été établi à zéro au bloc 101
et n'ayant pas encore changé, le registre temporaire
30 sera comparé à CARTE (G) au bloc 112. Si une seule
touche est détectée comme étant enfoncée, on utilise
un tableau pour déterminer laquelle c'est et pour
établir cette touche dans le registre TOUCHES. Ensuite,
la séquence passe au bloc 116 puis se passe comme on l'a
35

décrit précédemment. On notera que l'essai ou la vérification du bloc 113 est un essai global parce que plus d'une touche qui est enfoncée peut se révéler dans tout groupe de diodes, ou une touche enfoncée peut se révéler dans un groupe de diodes et une seconde touche enfoncée peut se révéler dans un second groupe de diodes, car la séquence de sortie débutant au bloc 120 n'est pas initialisée jusqu'à ce que G dépasse 8 dans l'examen du bloc 117. Lorsque plus d'une touche est enfoncée, comme dans l'essai du bloc 113, le registre TOUCHE est établi en mode défaut, c'est-à-dire qu'il est établi égal à zéro, le DECLenchement est établi à 1 et la séquence passe de nouveau au bloc 116. Avec TOUCHE égal à défaut ou à zéro, l'essai ou la vérification au bloc 122 indique aucune touche enregistrée, il n'en résultera donc aucun signal de sortie, mais le système retournera au bloc 129 pour passer à la vérification des détecteurs associés au groupe suivant de diodes. Ainsi, on peut voir que tout le clavier est vérifié pour déterminer si une ou plusieurs touches ont été abaissées, et si plus d'une touche a été abaissée, le DECLenchement est établi égal à 1 et le registre de touches est établi égal à zéro. Le système continuera alors à explorer le clavier en mettant séquentiellement en fonctionnement chaque groupe de diodes et en vérifiant les détecteurs, remettant les registres 32 à 39 au point pour toute touche subséquentement enfoncée par la remise en point du bloc 110, mais ne passant pas au bloc 112 du fait de l'état du déclenchement vérifié au bloc 111. Cependant, du fait de l'état du déclenchement, la détermination des touches libérées se passera par les blocs 125 et 126 et à chaque fois que la vérification du bloc 127 montre une différence entre le registre temporaire et CARTE (G), on utilise de nouveau la table ci-dessus mentionnée pour déterminer quelle touche

est remontée pour identifier cette touche dans le registre TOUCHES, ensuite le système retourne au bloc 103 passant finalement à la séquence de sortie pour indiquer la première touche libérée par le bloc 123.

5 Ainsi, de cette façon, si deux ou plusieurs touches sont poussées simultanément ou si deux touches sont poussées avec des touches supplémentaires poussées avant que ces deux là ne soient libérées, le système enregistre les touches non pas dans l'ordre où elles ont été abaissées mais dans l'ordre où elles ont été libérées.

10

Sur la figure 9, en 113, on demande s'il y a plus d'une touche, en 114 établissement du DECLENCHEMENT = 1, en 115, TOUCHE = décodage tableau, en 121 : DECLENCHEMENT = 0, en 127 : temporaire = CARTE (G) ?, en 128 : TOUCHE = décodage tableau.

15

On a décrit ici un mode de réalisation de nouveaux claviers avec l'étude du logiciel et du matériel pour l'exploration de claviers afin de déterminer l'ordre dans lequel les signaux de sortie doivent identifier l'enfoncement et/ou la libération des touches. Les modes de réalisation préférés présentent l'avantage qu'il ne faut pas de canaux lumineux individuels, mais au contraire un certain nombre de sources de lumière et de détecteurs de lumière sont agencés et électriquement groupés de façon que des enfoncements de touches individuelles puissent être détectés par le blocage de la lumière entre une source et un détecteur. L'agencement permet le partage d'une source de lumière par un certain nombre de détecteurs, et également le partage d'un détecteur par un certain nombre de sources de lumière pour diminuer le nombre de sources et de détecteurs requis pour un clavier donné. Comme le blocage du trajet lumineux plutôt qu'une réflexion ou une transmission produit le signal de détection, on peut obtenir une action

20

25

30

35

positive en comparaison avec des dispositifs du type réflecteur où la précision de l'alignement et la propreté de la surface réfléchissante sont des paramètres critiques pour un fonctionnement pratique. Par ailleurs, le système d'exploration basé sur un microprocesseur, qui est révélé ici, donne automatiquement une hystérésis de commutation pour éviter une double commutation (équivalente à un rebond de commutation), et pour produire un système ayant la possibilité de fonctionnement dans des environnements à fortes vibrations. Comme la partie mécanique du clavier est très simple, la commutation ne dépend pas d'une fermeture mécanique d'un commutateur, et la planche de détection et la planche du microprocesseur peuvent être trempées pour une résistance à l'humidité, le clavier peut être rendu capable de fonctionner même quand il est mouillé, par exemple en renversant accidentellement du café. Evidemment, tandis que dans le mode de réalisation préféré, on injecte l'hystérésis de commutation par suite de la réponse dans le temps, de la partie photo-électrique du clavier, d'autres méthodes d'injection d'hystérésis comme des méthodes électriques ou mécaniques peuvent également être incorporées. De même, les sources de lumière et les détecteurs de lumière pour les photo-transistors, photo-conducteurs ou dispositifs photovoltaïques peuvent être agencés selon des motifs et matrices différents, bien qu'il soit généralement préféré que les sources de lumière et les détecteurs de lumière soient agencés de façon que les états non ambigus de chaque touche puissent être déterminés lors d'une seule exploration. De ce point de vue, on peut évidemment également obtenir un blocage de la lumière quand la touche est libérée et la transmission de la lumière quand la touche est enfoncée.

Selon une autre alternative, chaque arbre d'une touche, le moyen d'adaptation et le capuchon peuvent être rendus au moins semi-transparents, l'extrémité inférieure 80 de l'arbre (figure 10) étant en angle pour
5 faire à peu près face aux diodes photo-émettrices. Tant qu'au moins la face 82 de l'arbre tournée vers les photo-transistors n'est pas sensiblement transparente, le clavier fonctionnera comme on l'a décrit, mais de plus, chaque touche semblera éclairée par la transmission
10 de l'émission de la lumière passant par son capuchon (avec de préférence diffusion de lumière au capuchon). Tandis que la lumière peut alors également entrer dans l'enceinte du clavier, elle sera dirigée vers les diodes photo-émettrices et non pas les photo-transistors
15 n'affectant pas le fonctionnement.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents
20 techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Clavier photo-optique caractérisé en ce qu'il comprend : un moyen de déclenchement ayant une première pluralité de touches individuelles, chacune étant mobile entre une position libérée et une position enfoncée et ayant un moyen pour la solliciter vers sa position libérée ; une seconde pluralité de sources de lumière, plus petite que ladite première pluralité ; une troisième pluralité de capteurs de lumière , ladite troisième pluralité étant plus petite que ladite première pluralité, au moins certaines desdites sources de lumière étant disposées pour diriger les parties différentes de la lumière vers des capteurs de lumière différents, ces dernières sources de lumière et les capteurs étant placés, par rapport à des touches spécifiques, de façon que chacune de ces dernières touches puisse sensiblement bloquer la lumière entre l'une desdites sources de lumière et l'un desdits capteurs quand elle est dans l'une desdites positions libérée et enfoncée et ne puisse sensiblement pas bloquer la lumière quand elle est dans l'autre desdites positions, l'enfoncement d'une touche pouvant être détecté par la mise en fonctionnement de ladite source de lumière associée et la détection de l'état desdits capteurs de lumière associés.

2. Clavier selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque touche précitée bloque sensiblement la lumière entre une source de lumière et un capteur de lumière quand elle est enfoncée.

3. Clavier selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen d'exploration pour mettre séquentiellement en fonctionnement la seconde pluralité précitée de sources de lumière et détecter l'état des capteurs de lumière précités associés.

4. Clavier selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen pour inhiber au moins certains des capteurs de lumière précités qui ne sont pas associés à une source de lumière allumée.

5. Clavier selon la revendication 3, caractérisé en ce que la seconde pluralité précitée de sources de lumière est groupée en un nombre moindre de groupes de sources de lumière, le moyen d'exploration précité étant un moyen pour allumer séquentiellement chaque groupe de sources de lumière et détecter l'état des capteurs de lumière associés.

6. Clavier selon la revendication 3, caractérisé en ce que la pluralité de capteurs de lumière précités est groupée en une plus faible pluralité de groupes de capteurs de lumière, chaque groupe étant associé à au moins une source de lumière, lesdits capteurs de lumière de chaque groupe étant reliés en parallèle aux capteurs de lumière de chaque groupe, ainsi l'état desdits capteurs dans tout groupe peut être détecté sur la même pluralité de lignes de sortie.

7. Clavier selon la revendication 3, caractérisé en ce que la seconde pluralité précitée de sources de lumière est groupée en un nombre moindre de groupes de sources de lumière, le moyen d'exploration précité étant un moyen pour allumer séquentiellement chaque groupe de sources de lumière et détecter l'état des capteurs associés, la pluralité précitée de capteurs de lumière étant également groupée en une pluralité plus faible de groupes de capteurs de lumière, chaque groupe de capteurs de lumière étant associé à l'un des groupes de sources de lumière, lesdits capteurs de lumière de chaque groupe de capteurs étant reliés en parallèle aux capteurs de lumière de chaque autre groupe de capteurs, ainsi l'état desdits capteurs de lumière

de tout groupe de capteurs de lumière peut être détecté sur la même pluralité de lignes de sortie, indépendamment du groupe de sources de lumière qui est allumé.

5 8. Clavier selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen pour détecter quelle touche a été enfoncée et pour produire un signal de sortie l'indiquant.

10 9. Clavier selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen pour détecter l'enfoncement simultané de plusieurs touches et pour répondre à la libération desdites touches afin de produire un signal de sortie indiquant lesdites touches dans leur ordre de libération.

15 10. Clavier selon la revendication 1, caractérisé en ce que les sources de lumière précitées dirigent de la lumière vers les capteurs de lumière précités sans canaux lumineux particulièrement définis entre eux.

20 11. Clavier selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une partie de chaque touche précitée est sensiblement transparente, ladite partie transparente étant disposée afin de recevoir la lumière des sources de lumière précitées pour éclairer ledit clavier.

25 12. Clavier selon la revendication 1, caractérisé en ce que les capteurs de lumière précités sont conducteurs en réponse à une lumière incidente, chaque capteur de lumière étant relié dans un circuit pour forcer une ligne électrique à passer d'un premier état électrique à un second état, ledit clavier comprenant de plus un moyen pour charger lesdites lignes électriques audit
30 premier état, pour allumer séquentiellement la seconde pluralité précitée de sources de lumière, et pour détecter le passage desdites lignes audit second état en un premier temps prédéterminé indiquant l'enfoncement d'une touche respective.

13. Clavier selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend de plus un moyen pour détecter le passage des lignes précitées au second état précité en un second temps prédéterminé indiquant la libération d'une touche respective, lesdits premier et second temps prédéterminés étant inégaux, une hystérésis est ainsi produite entre les positions enfoncée et libérée.

14. Clavier photo-optique caractérisé en ce qu'il comprend : un moyen de déclenchement ayant une première pluralité de touches individuelles, chacune étant mobile entre une position libérée et une position enfoncée et ayant un moyen pour la solliciter élastiquement vers sa position libérée ; une seconde pluralité de sources de lumière, en un nombre inférieur à ladite première pluralité ; une troisième pluralité de capteurs de lumière en un nombre inférieur à ladite première pluralité, au moins certains desdits capteurs de lumière étant disposés pour recevoir la lumière qui y est dirigée par des sources de lumière différentes, ces dernières sources de lumière et les capteurs de lumière étant placés, par rapport à des touches spécifiques, de façon que chacune des dernières touches puisse sensiblement bloquer la lumière entre une source de lumière et un capteur quand elle est dans une position libérée ou enfoncée, et ne puisse sensiblement pas bloquer la lumière quand elle est dans l'autre position, ainsi l'enfoncement de toute touche peut être détecté par l'éclairement d'une source de lumière associée et la détection de l'état des capteurs de lumière associés.

15. Appareil sensible à la position d'un élément mobile caractérisé en ce qu'il comprend : un moyen formant capteur de lumière pouvant être rendu électriquement conducteur en réponse à une lumière incidente, ledit capteur de lumière étant relié dans un circuit pour forcer

une ligne électrique à passer d'un premier état électrique à un second état électrique ; un moyen formant source de lumière pour diriger de la lumière vers ledit capteur d'une façon à être interrompue
5 selon la position dudit élément mobile ; un moyen pour charger séquentiellement ladite ligne électrique à son premier état, allumer ladite source de lumière, et répondant au temps requis pour que ladite ligne électrique
10 passe à son second état comme une mesure de la position dudit organe mobile.

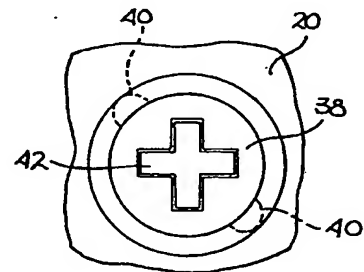
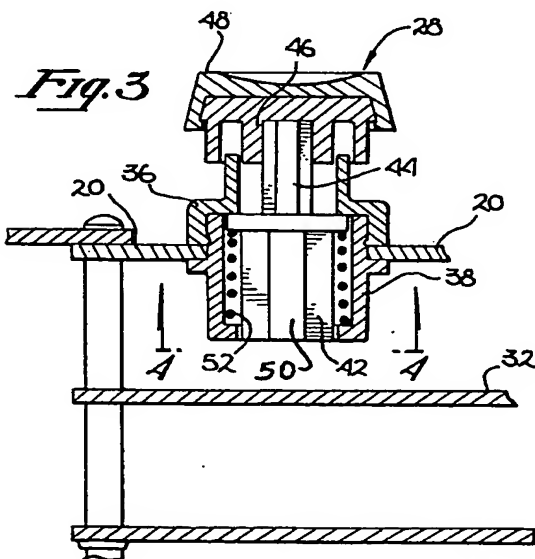
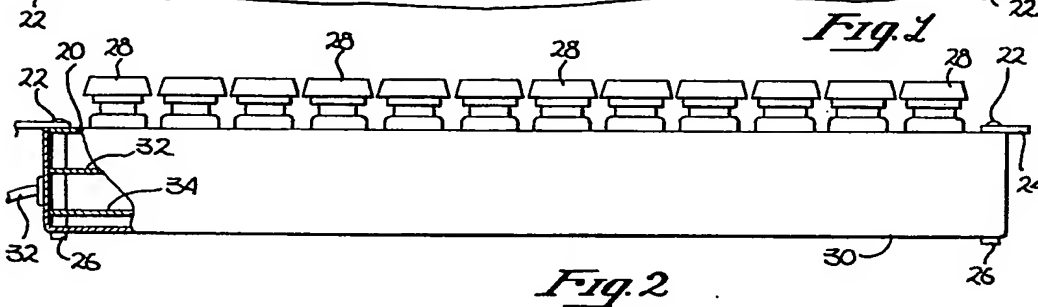
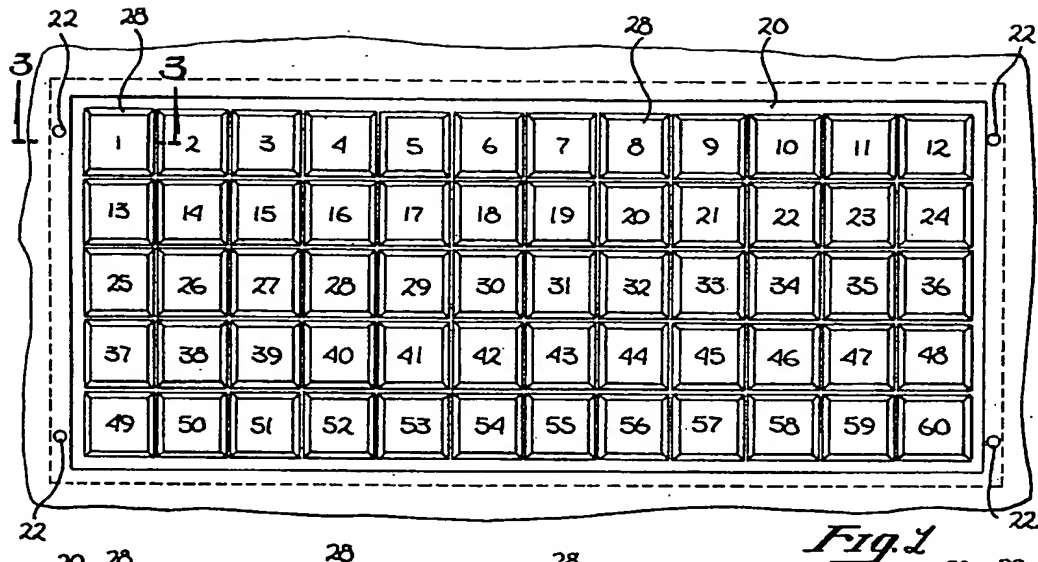


Fig. 4

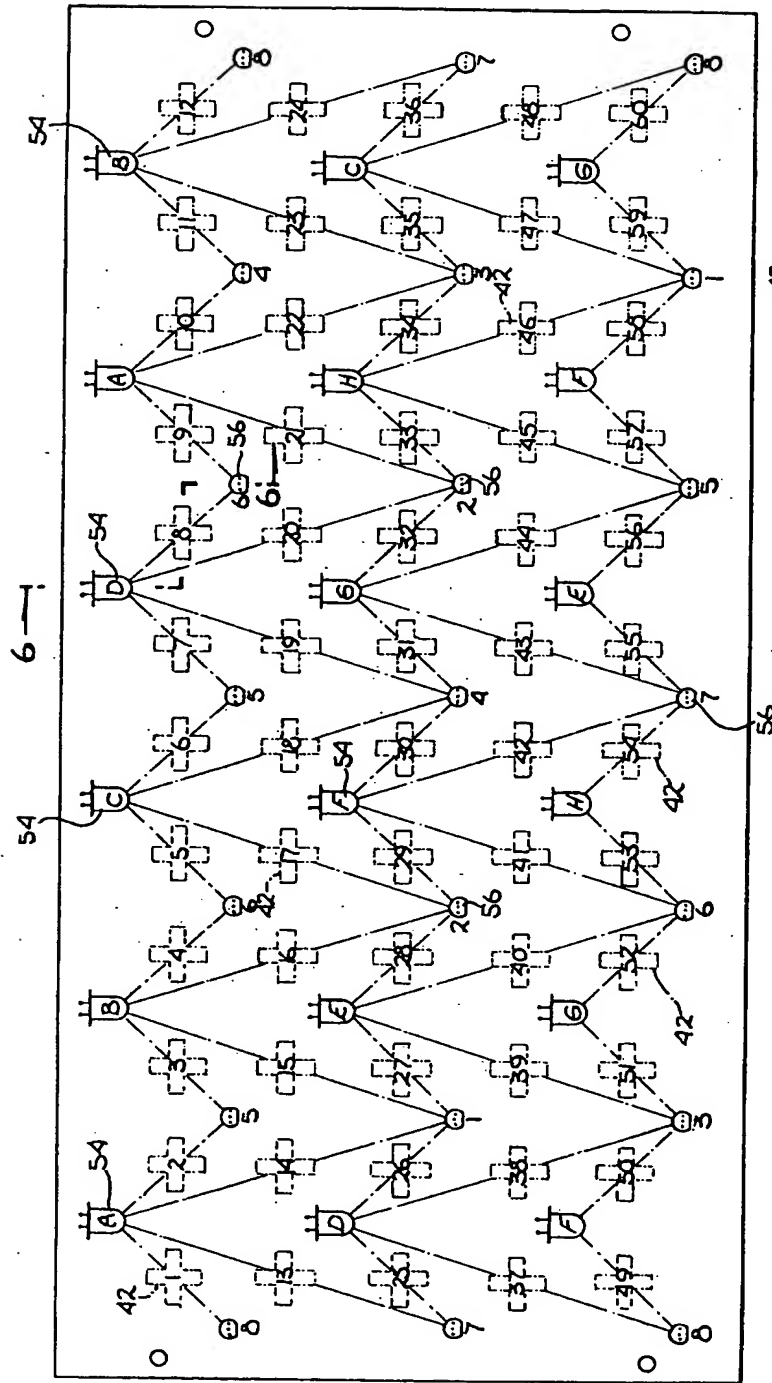


Fig. 5

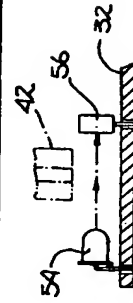


Fig. 6

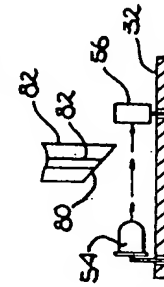


Fig. 10

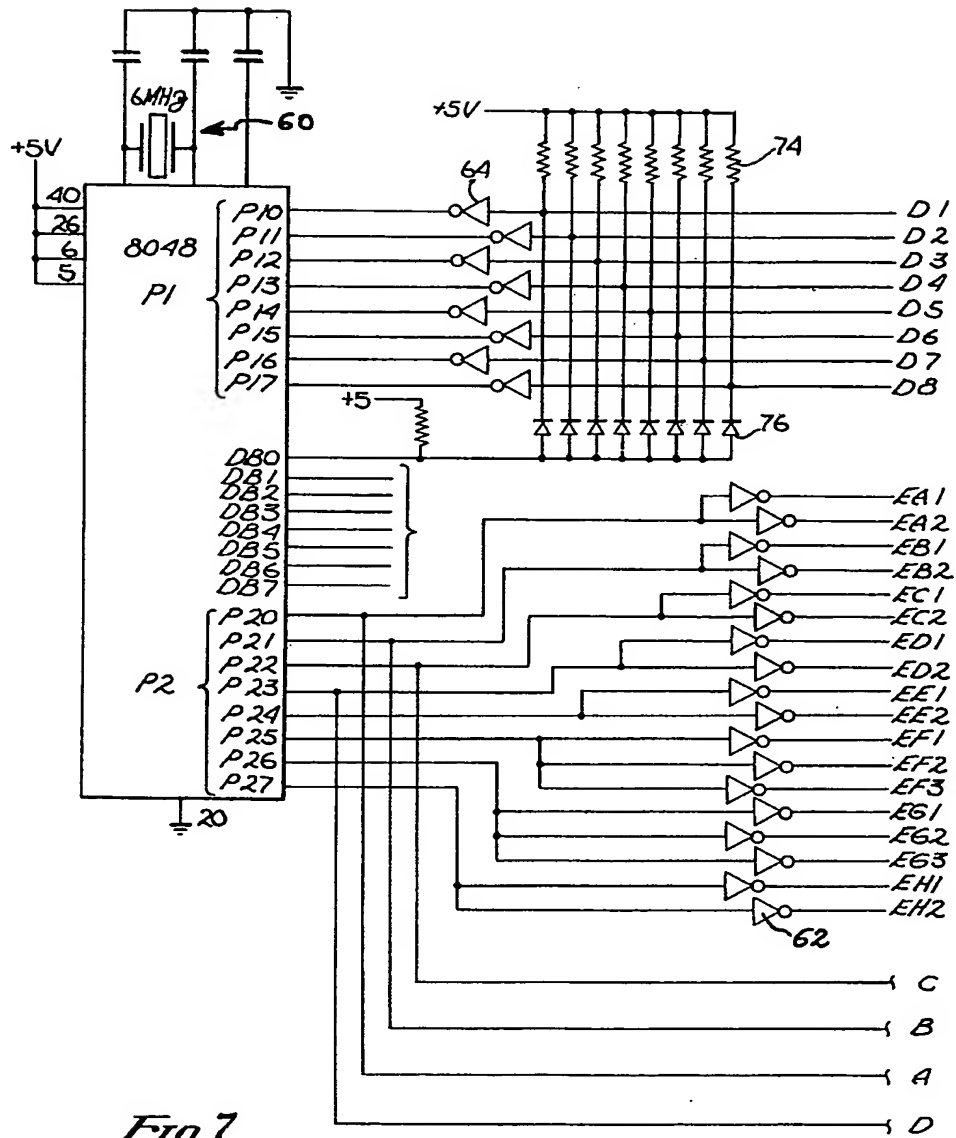


Fig. 7

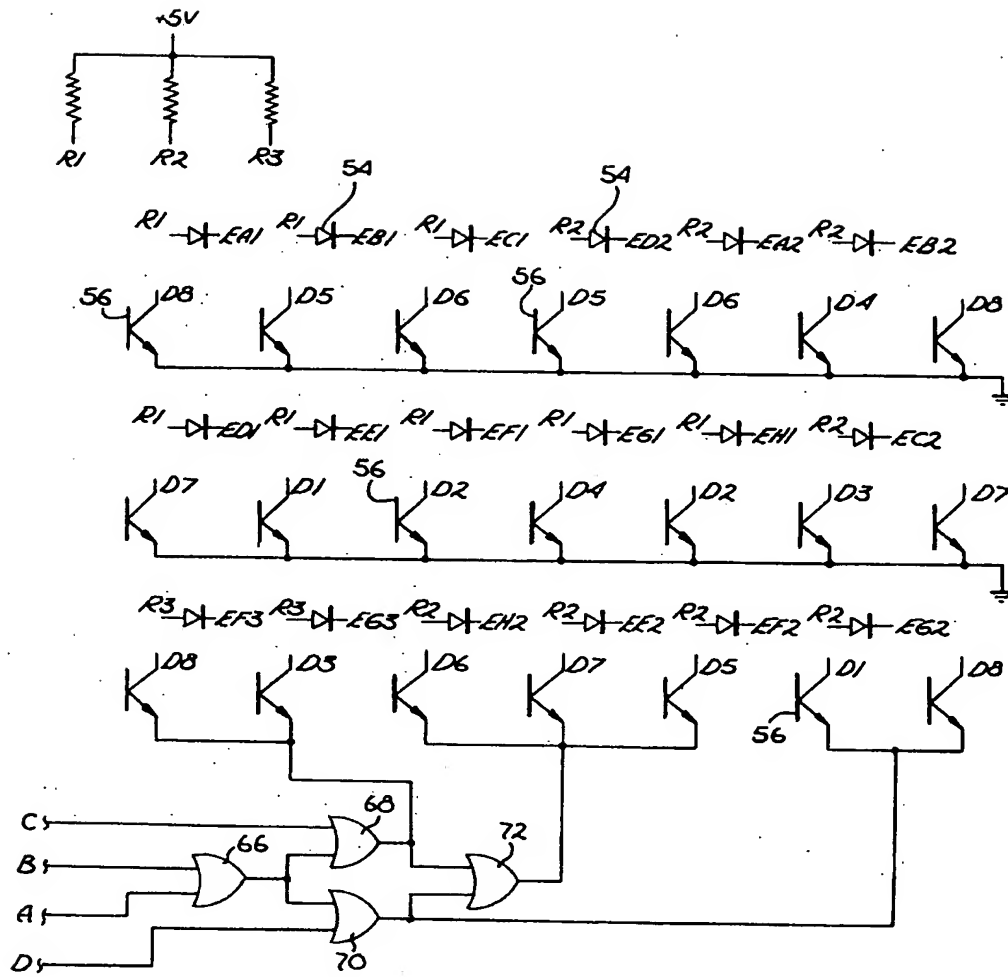


Fig. 8

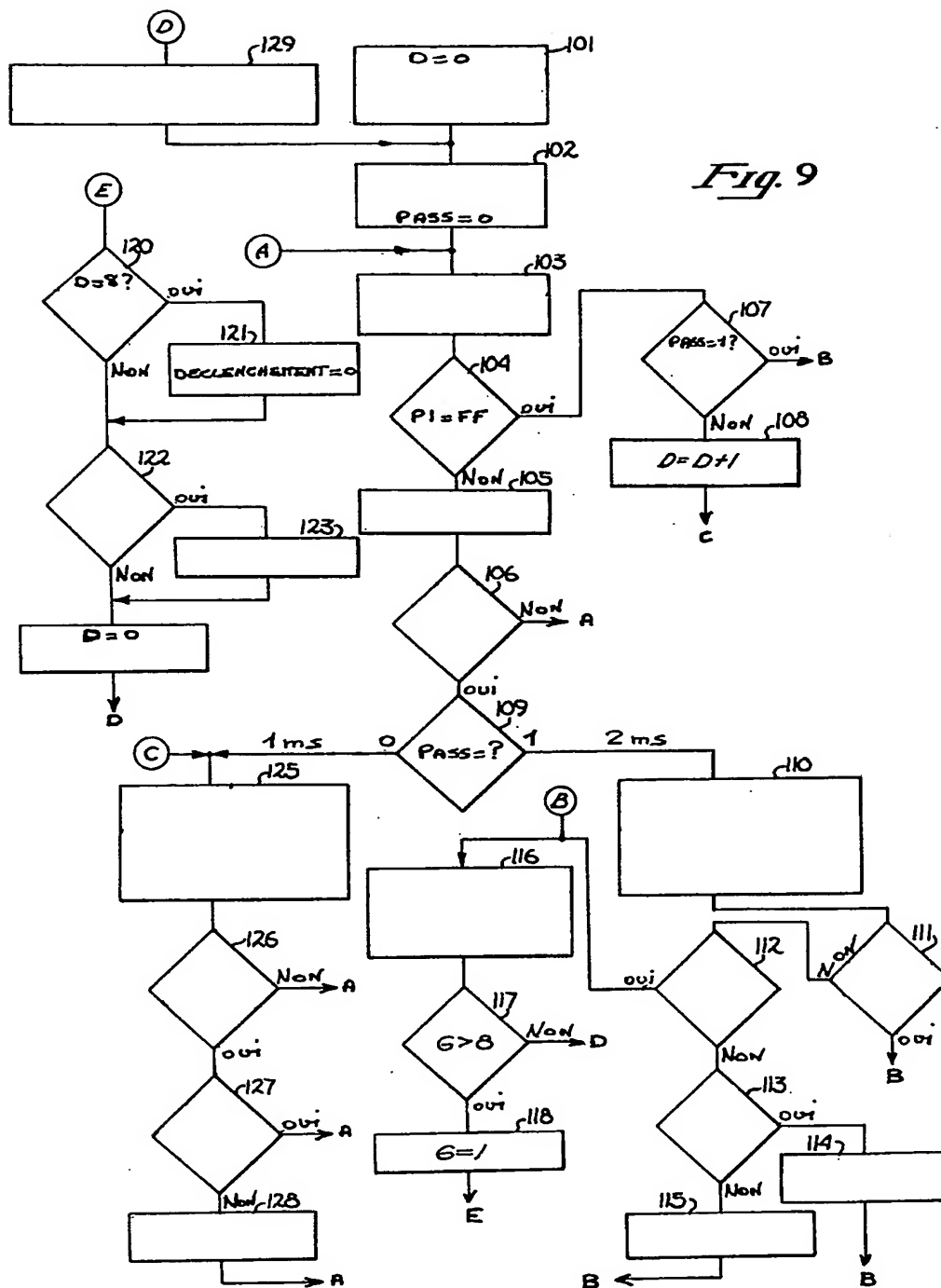


Fig. 9